R. UNIVERSITÀ DI PISA
ISTITUTO DI PATOLOGIA VEGETALE
E DI MICROBIOLOGIA AGRARIA E TECNICA
R. OSSERVATORIO REGIONALE DI FITOPATOLOGIA

174

IMPERIAL MYCOLOGICAL INSTITUTE
AUG 1946

G. LUCHETTI E R. MARCOLINI

Ricerche Microbiologiche sui Terreni della Maremma tra il Lago di Burano e il Fiora

Estratto dagli ANNALI DELLA FACOLTÀ DI AGRARIA
NUOVA SERIE - VOLUME II - (XXX DALLA FONDAZIONE)
1939 - XVII

PISA, PREMIATO STABILIMENTO TIPOGRAFICO G. CURSI & FIGLI - 1939 XVII

G. LUCHETTI E R. MARCOLINI

RICERCHE MICROBIOLOGICHE SUI TERRENI DELLA MAREMMA TRA IL LAGO DI BURANO E IL FIORA

RIASSUNTO – Gli Autori hanno effettuato ricerche fisico-chimiche e microbiologiche su cinque terreni di una zona della Maremma dalle quali si rileva che i detti terreni hanno un numero di germi per grammo di terra secca compreso fra 0,2 e 3,4 milioni; il numero medio più elevato è stato trovato nell'esame invernale (massimo in un terreno calcareo, molto sciolto, coltivato a Frumento), il più basso nell'esame autunnale (minimo in un terreno molto argilloso, coltivato a Frumento). Le attività microbiochimiche hanno dato i risultati seguenti: l'ammonizzazione ha presentato in media un valore massimo in estate e minimo in autunno, maggiore a cm. 30 di profondità che a cm. 10, con un valore maggiore nel terreno più argilloso; per la nitrificazione si è riscontrato un massimo autunnale, a cm. 30 di profondità, ed un minimo in primavera ed estate, con valori maggiori nel terreno più sciolto; la denitrificazione ha dato valori presocchè uguali per tutti i terreni in tutte le stagioni; la fissazione di azoto ha avuto il suo massimo in primavera ed il minimo in inverno, con lievi differenze fra le medie dei diversi terreni e per le due profondità alle quali si è limitata la ricerca. I risultati sono stati influenzati dal particolare andamento climatico dell'annata che non ha presentato pioggie prima del tardo autunno e nella primavera, mentre queste si sono verificate nell'inverno e nell'estate.

RÉSUMÉ – Les Auteurs ont effectué des recherches physico-chimiques et microbiologiques sur cinq sols de la Maremma et ont démontré que ces sols ont un nombre des microbes pour gramme de terrain sec qu'on peut valuer entre 0,2 et 3,4 milions; le nombre moyen le plus haut a eté trouvé pendant l'hiver (le maximum dans un terrain très riche en Ca CO_3, cultivé à Blé) et le plus bas pendant l'automne (le minimum dans un terrain très argileux, cultivé aussi à Blé).

Les activités microbiochimiques ont données les résultats suivants: l'ammonisation a présenté le maximum de la valeur moyenne pendant l'été et le minimum pendant l'automne; plus élevée à 30 cm. de profondeur qu'à 10 cm.,

avec un maximum absolu dans le sol le plus argileux. Pour le pouvoir de nitrification on a trouvè le maximum pendant l' automne, à la profondeur de 30 cm, et le minimum pendant l' été et le printemps, plus élevé en valeur dans le sol le moin compacte. La dénitrification a donné des résultats presque pareils dans tous les sols. La fixation de l' azote c' est démontrée plus élevée pendant le printemps et plus faible pendant l' hiver, avec des très petites différences entre les deux profondeurs auxquelles on a effectué la recherche.

Les resultats ont étés généralment influences par les conditions climatiques de l' année qui n'a pas eu des pluies avant la fin de l' automne et pendant le printemps. Au contraire beaucoup de pluie est tombée pendant l' hiver et l' été.

Zusammenfassung – Die Verfasser haben für 5 Bodenarten einer Zone der Maremma physikalisch–chemische und mikrobiologische Untersuchungen angestellt, aus denen zu entnehmen ist, dass die Anzahl der in diesen Böden enthaltenen Keime sich zwischen 0,2 und 3,4 Millionen schwäkt; die höchste Durschnittszahl (Maximum fand sich bei der Untersuchung im Winter in kalkartigem, sehr lockerem, mit Getreide bebautem Boden), die niedrigste bei der Untersuchung im Herbst (Minimum in sehr lehmreichem, mit Getreide bebautem Boden). Die mikrobiochemischen Prozesse ergaben folgende Resultate: die Ammoniakbildung zeigte im Durchschnitt einen Höchstwert im Herbst, grösser in einer Tiefe von 30 cm. als von 10 cm., mit höherem Wert in lehmreicherem Boden; für die Nitrifikation ergab sich ein Höchstwert im Herbst, in einer Tiefe von 30 cm., und ein Minimum im Frühling und im Sommer, mit höheren Werten in lockererem Boden; die Denitrifikation ergab fast gleiche Resultate fur alle Bodenarten und alle Jahreszeiten; die Stickstoffbindung erreichte ihr Maximum im Frühling und ihr Minimum im Winter, mit geringen Differenzen zwischen den Durchschnittsergebnissen der verschiedenen Bodenarten und bei den beiden Tiefenlagen, auf die sich die Untersuchung beschränkte. Die Ergebnisse sind von der eigenartigen Wetterbewegung des Jahres beeinflusst worden: die Regenfälle vor dem Spätherbst und im Frühling im Winter und im Sommer eintraten.

Summary – The Authors having made physico-chemical and micro-biological researches on the soil of five districts in a certain part of Maremma draw the conclusion that the said soil contains a number of germs comprising between 0,2 and 3,4 millio; the highest average was reached in the Winter examination (maximum) in very loose calcarous ground, sown with wheat; the lovest, in the Au-

tumn examination (minimum) in very clayey ground, likewise sown with wheat. The following results were obtained through microbiological activity, the development of ammonia present ed average maximum value in Autumn, higher at the depth of 30 centimetres than at 10, with greater strength in a more clayey soil. With regard to nitrification, a maximum in Autumn was reached at a depth of 30 centimetres and minimum in Spring and Summer with greater activity in looser soil. The process of denitrification has given almost equal results in every kind of soil and in every season. The fixing action of azote reached its maximum in Spring and its minimum in Winter with very slight difference between the average of the divers kinds of soil and the depths to wich the research was limited.

The results were influenced by the particular climatic nature of the year during which, rainfall did not occur before the late Autumn and in Spring, while they were verified in Winter or in Summer.

1 – Introduzione e scopo del lavoro.

Questo lavoro, a carattere sperimentale, chiude il ciclo delle ricerche sistematiche incominciate già da oltre un trentennio da Perotti con i suoi studi microbiologici sulla Campagna Romana e proseguiti da Perotti stesso e dai suoi Allievi nel Laboratorio dell' Istituto di Patologia Vegetale e Microbiologia Agraria e Tecnica della R. Università di Pisa. I terreni di cui si riferisce nella presente Nota, costituiscono, quasi, l' anello di unione fra quelli della Maremma Toscana e quelli della Campagna Romana e con essi si completa l' esplorazione microbiologica del suolo della fascia litoranea Tirrenica Tosco-Laziale.

La tecnica usata nelle presenti ricerche fu, naturalmente, quella già usata nelle ricerche compiute dai precedenti Autori, per avere unità d' indirizzo e di metodo e potere, poi, agevolmente mettere a raffronto i risultati ottenuti sui diversi terreni. Sui dettagli di essa non ci si intratterrà essendo essa già descritta e fissata nella *Tecnica di Biologia Vegetale applicata all' Agricoltura* di Perotti, la quale costituì la principale guida a tutte le ricerche compiute sui terreni della zona litoranea sopra detta.

2 – Parte sperimentale.

I terreni sui quali si portò lo studio furono prelevati nelle cinque località elencate nella Tabella I.

Accanto alla località è indicata anche la coltura che era praticata sull' appezzamento nelle quattro successive stagioni.

Tabella I – Località in cui furono prelevati i campioni di terreno e colture relative.

Campione N°	LOCALITÀ	COLTURE			
		Autunno 1937	Inverno 1937–38	Primavera 1938	Estate 1938
1	Staz. Ferr. di Capalbio (lago di Burano)	Medicaio vecchio	Medicaio vecchio	Medicaio vecchio	Medicaio vecchio
2	Dogana (V. del Chiarone)	Frumento	Frumento	Frumento	Stoppia
3	Ponte dell' Abbadia (V. del Fiora)	id.	id.	id.	id.
4	Ponte Sodo (V. del Timone)	Incolto	Incolto	Incolto	Incolto
5	Staz. Ferr. di Montalto di Castro (V. del Fiora)	Stoppia	Stoppia	Stoppia	Stoppia

Il campione N.° 1 fu prelevato a Nord del Lago di Burano, presso la via Aurelia; il N.° 2, sempre presso la via Aurelia, all' altezza del Palazzo della Dogana, nella Valle del Chiarone; il N.° 3 nell' interno, a circa Km. 5 dalla costa tirrenica, nella Valle del Fiora; il N.° 4 a Nord-Est di Montalto di Castro, nella Valle del torrente Timone, a Km. 4 circa dal litorale; il N.° 5 a Sud di Montalto di Castro, nell' ultimo tratto della Valle del Fiora.

La zona delimitata dalle congiungenti fra i punti determinati dalle località 1,3, 4 e 5 costituisce approssimativamente un triangolo la cui superficie misura circa Km^2 20.

Per ogni località, sempre nello stesso punto, si prelevò un campione a cm. 10 di profondità ed un altro a cm. 30; i due campioni si distingueranno nella descrizione delle esperienze con le lettere *a* e *b* precedute dal numero che contraddistingue la località.

I prelevamenti si eseguirono al principio delle quattro stagioni, a partire dall'autunno; le ricerche eseguite sui campioni furono quelle che si passa ad esaminare.

A – Analisi fisico-chimica dei campioni di terra.

L'analisi fisico-chimica sommaria dei terreni dette i risultati che si espongono nella Tabella II e da essi si può rilevare che si è

Tabella II – Analisi fisico-chimica dei campioni di terra.

Campione N°		Acqua igroscopica	Sostanza organica	Calcare	Materiali sabbiformi	Materiali argilliformi	pH
1	a	5,92	1,90	tr.	51,45	40,73	6,5
	b	8,18	2,20	tr.	46,72	42,90	6,8
2	a	3,38	4,40	tr.	72,16	20,06	6,3
	b	8,22	3,60	tr.	63,73	24,45	6,3
3	a	4,76	6,40	41,80	40,50	6,54	7,5
	b	6,24	6,20	38,20	42,60	6,76	7,3
4	a	6,75	5,30	tr.	50,10	37,85	6,3
	b	5,24	5,50	tr.	65,35	23,91	6,7
5	a	7,76	5,10	tr.	55,35	31,79	6,6
	b	9,26	4.70	tr.	56,90	29,14	6,6
1		7,05	2,05	tr.	49,08	41,82	6,6
2		5,80	4,00	tr.	67,94	22,26	6,3
3		5,50	6,30	40,00	41,55	6,65	7,4
4		6,00	5,40	tr.	57,72	30,88	6,5
5		8,51	4,90	tr.	56,12	30,47	6,6

in presenza di terreni di natura molto varia: molto argilloso, acalcareo e povero di sostanza organica il N.° 1; meno argillosi e meno poveri di sostanza organica, ma sempre acalcarei, i NN. 2, 4 e 5; calcareo - siliceo e poverissimo di argilla ma relativamente ricco di sostanza organica il N° 3. Infine, leggermente alcalino l'unico provvisto di calcare (N° 3) e tendenti all' acidità tutti gli altri.

All' esame macroscopico risultarono tenaci tutti, ad eccezione del N° 3 il quale era al contrario molto sciolto e permeabile, pur contenendo minore percentuale di materiali sabbiformi di tutti gli altri.

L' analisi fisico-chimica fu eseguita sui campioni del prelevamento autunnale.

B - Numerazione dei germi.

La numerazione dei germi, eseguita mediante colture a piatto su agar-fagiuoli, dette i risultati che si espongono nella Tabella III, relativi alla conta al 15° giorno di coltura. Nella Tabella IV i risultati sono riassunti per coppia di campioni, facendo la media fra le due profondità in ciascuna stagione e, successivamente, facendo la media dei risultati stagionali per le due profondità, indi facendo le medie generali.

Esaminando più particolarmente quest' ultima Tabella, la quale risulta necessariamente più concisa e, quindi più chiara, si osserva che, generalmente, il numero maggiore di germi si è riscontrato nell' esame invernale; la media del numero totale di germi per ogni singola stagione darebbe, infatti, la seguente successione decrescente:

inverno	- germi/gr.	di terra	2.312.410
primavera	- „	„	1.569.210
estate	- „	„	1.563.528
autunno	- „	„	657.081

Il fenomeno può apparire strano ad un esame sommario in

TABELLA III – Numero di germi in gr. 1 di terra secca. Determinazioni singole, media di quattro prove.

Campione e stagione			Batteri		Attinomiceti		Funghi		Totale
			Assoluto	%	Assoluto	%	Assoluto	%	
1	a	Autunno	1.097.606	99,7	—	—	3.766	0,3	1.101.372
		Inverno	879.082	94,0	—	—	56.167	6,0	935.249
		Primavera	1.830.220	94,7	30.200	1,5	81.238	4,2	1.941.658
		Estate	2.770.864	93,6	75.400	2,5	114.500	3,9	2.960.764
	b	Autunno	612.500	98,0	—	—	12.250	2,0	624.750
		Inverno	1.705 962	93,8	67.263	3,7	44.842	2,5	1.818.067
		Primavera	2.963.072	99,5	8.000	0,3	5.300	0,2	2.976.372
		Estate	1.118.464	82,6	76.128	5,6	159.432	11,8	1.354.024
2	a	Autunno	309.400	80,3	3.927	1,0	71.400	18,7	380.800
		Inverno	2.342.392	83,9	21.008	0,8	420.160	15,3	2.783.560
		Primavera	888.343	94,8	—	—	48.807	5,2	937,150
		Estate	1.898.000	91,5	5.200	0,3	169.000	8,2	2.072.200
	b	Autunno	148.470	73,1	15.907	0,7	58.327	26,2	222 704
		Inverno	2.246.570	96,2	55.065	2,4	33.039	1,4	2.334.674
		Primavera	1,746.087	97,1	3.200	0,2	47.742	2,7	1.797.029
		Estate	623.264	90,6	10.296	1,3	62.400	8,1	765.960
3	a	Autunno	712.456	71,6	40 553	4,0	250.412	25,0	1.003.421
		Inverno	5.057.812	91,6	219.384	4,0	245.076	4,4	5.522.272
		Primavera	1.290.295	97,8	—	—	29.135	2,2	1.319.430
		Estate	1.611.996	87,9	41.600	2,3	179.400	9,8	1,832.996
	b	Autunno	517.502	84,5	6.606	1,1	88.075	14,4	612.193
		Inverno	1.697.520	88,2	61.720	3,2	164.608	8,6	1.923.848
		Primavera	808.140	94,2	—	—	49.760	5,8	857,900
		Estate	800.696	82,2	104.000	10,7	69.274	7,1	973.960
4	a	Autunno	698.112	70,3	—	—	294,516	29,7	992.628
		Inverno	3.020.339	92,1	91.320	2,8	166.659	5,1	3.278.318
		Primavera	1.396.661	96,5	—	—	51.076	3,5	1.447.737
		Estate	1.978.600	93,8	44.200	2,1	85.700	4,1	2.108.500
	b	Autunno	210.197	59,4	11.010	3,1	132.124	37,5	353.332
		Inverno	1 269.303	92,9	74.428	5,4	22.831	1,7	1.366.562
		Primavera	1.304.124	98,3	6.200	0,5	15,600	1,2	1.325.924
		Estate	960.232	93,8	24.232	2,5	38.064	3,7	1.022.528
5	a	Autunno	498.780	98,0	3.633	0,7	6.606	1,3	509.019
		Inverno	1.786.220	95,7	47.536	2,5	33.131	1,8	1.866.887
		Primavera	1.037.658	94,2	27.700	2,5	36,592	3,3	1.101.950
		Estate	875.264	90,6	31.200	3,2	59,800	6,2	966.264
	b	Autunno	741.020	95,2	3.633	0,7	22.021	4,1	534.672
		Inverno	1.145.883	88,5	130.050	10,1	18.785	1,4	1.294.720
		Primavera	523.050	89,1	15.850	2,7	48.050	8,2	586.950
		Estate	1.523.600	92,4	6.864	0,4	117,832	7,2	1.647.696

TABELLA IV – Numero di germi in gr. 1 di terra secca (medie)

Campione e stagione		Batteri		Attinomiceti		Funghi		Totale
		Assoluto	%	Assoluto	%	Assoluto	%	
1	Autunno	855.053	99,0	—	—	8.008	1,0	863.061
	Inverno	1.292.522	95,6	33.631	2,5	50.504	1,9	1.376.657
	Primavera	2.396.646	97,4	19.100	0,8	43.269	1,8	2.459.015
	Estate	1.944.664	90,2	75.764	3,5	136.966	6,3	2.157.394
2	Autunno	228.935	75,3	9.917	3,3	64.863	21,4	303.715
	Inverno	2.294.481	89,6	38.036	1,5	226.600	8,9	2.559.117
	Primavera	1.317.217	96,4	—	—	39.447	3,5	1.367.089
	Estate	1.260.632	95,6	7.748	0,3	115.700	4,1	1.384.080
3	Autunno	614.979	76,0	23.579	3,0	169.248	21,0	807.806
	Inverno	3.377.666	90,7	140.552	3,8	204.842	5,5	3.723.060
	Primavera	1.049.217	96,4	—	—	39.447	3,6	1.088.664
	Estate	1.206.346	86,0	72.800	5,2	124.332	8,8	1.403.378
4	Autunno	454.154	68,0	5.505	0,8	213.320	31,2	672.979
	Inverno	2.144.821	91,7	82.874	4,1	94.740	4,2	2.122.435
	Primavera	1.350.392	97,4	3.100	0,2	33.338	2,4	1.386 830
	Estate	1.469.413	93,8	34.216	2,2	61.882	4,0	1.565.511
5	Autunno	619.900	97,1	3.633	0,6	14.313	2,3	637.846
	Inverno	1.466.051	92,8	88.793	5,6	25.958	1,6	1.580.802
	Primavera	780.354	90,1	21.775	3,3	42.321	6,6	844.450
	Estate	1.199.432	91,4	19.032	1,5	88.816	7,1	1.307.280
1	a Media	1.644.443	94,8	26.400	1,5	63.918	3,7	1.734.761
	b "	1.600.000	94,5	37.848	2,2	55.356	3,3	1.693.304
2	a "	1.359.534	88,0	7.534	0,5	177.342	11,5	1.544.410
	b "	1.191.098	94,3	21.117	1,7	50.377	4,0	1.262.592
3	a "	2.168.140	89,7	75.384	3,1	176.006	7,2	2.419.530
	b "	980.964	87,8	43.081	3,9	92.979	8,3	1.117.024
4	a "	1.773.403	90,7	33.880	1,7	149.488	7,6	1.956.771
	b "	960.232	92,2	28.907	2,8	52.155	5,0	1.041.354
5	a "	1.049.480	94,5	27.517	2,5	34.007	3,0	1.111.004
	b "	983.388	91,6	39.099	3,6	51.672	4,8	1.074.159
	1 Media	1.622.221	94,6	32.124	1,9	59.687	3,5	1.714.032
	2 "	1.275.316	90,9	14.325	1,0	113.859	8,1	1.403.500
	3 "	1.574.552	89,7	59.232	3,3	134.492	7,0	1.768.276
	4 "	1.366.867	91,2	31.423	2,1	100.821	6,7	1.499.111
	5 "	1.016.434	93,1	33.308	3,0	42.839	3,9	1.092.581
Media		1.371.078	91,7	34.082	2,3	90.340	6,0	1.495.500

quanto generalmente si ritiene che i numeri massimi debbano riscontrarsi in primavera ed in autunno.

In questo caso particolare, però, non meraviglia affatto l' andamento della curva del numero dei germi in quanto il prelevamento autunnale, eseguito il 15 ottobre 1937, era stato preceduto da alcuni mesi di completa mancanza di precipitazioni meteoriche, cosicchè l' azione dell' eccesso di temperatura del periodo estivo non era stata ancora compensata dall' abbassamento termometrico autunnale in quanto era venuta a mancare una condizione essenziale per la moltiplicazione dei germi : l' umidità. Il massimo invernale non meraviglia affatto in quanto al momento del prelevamento (15 gennaio 1938) non si erano ancora risentite, alle profondità esaminate, le basse temperature invernali che nel decorso inverno si verificarono piuttosto tardivamente.

Queste ebbero invece effetto sui risultati primaverili, (prelevamento campioni : 6 aprile 1938) in concomitanza con un altro fattore che nella primavera del 1938 fece risentire i suoi effetti : la scarsezza delle precipitazioni. Nell' estate, infine, essendosi avuta una serie di precipitazioni, sebbene scarse, qualche giorno prima del prelevamento dei campioni, il minimo estivo non si è riscontrato.

Passando a considerare il numero di Batteri, Attinomiceti e Funghi è da osservare che per i primi vale quanto si è già esposto per il totale dei germi in quanto sono sempre in numero predominante rispetto agli altri.

Gli Attinomiceti hanno presentato la variazione stagionale decrescente ;

inverno	– Attinomiceti / gr. di terra		76.775
estate	– „	„	41.915
primavera	– „	„	9.115
autunno	– „	„	8.527

Questo dimostra che essi hanno risentito un maggior disagio per i freddi secchi primaverili che non i Batteri, ciò che si é veri-

ficato ancora con maggiore evidenza per i Funghi i quali hanno dato il quadro che segue:

inverno	– Funghi	gr. di terra	120.529
estate	– „	„	105.539
autunno	– „	„	95.150
primavera	– „	„	41.328

Questi ultimi, invece, non hanno risentito molto l'effetto dannoso della prolungata siccità estivo-autunnale.

Per quanto si riferisce alle varie profondità si è riscontrato che il maggior numero di germi si trova a 10 cm.; lo stesso si trova per il numero di Batteri e di Funghi mentre gli Attinomiceti hanno presentato, sotto questo aspetto, una notevole variabilità.

Nel complesso i terreni esaminati non hanno dimostrato grandi differenze nel numero di germi, essendosi riscontrato uno scarto massimo, nella media generale, di 1: 1,7 circa. Notevole, però, il fatto che nel terreno N° 3, l'unico tendente all'alcalinità, permeabile e ricco di calcare, si è avuto il massimo numero sia di germi (totale) che di Attinomiceti e Funghi mentre si è avuta anche la percentuale minore di Batteri (89,7 %).

È da ricercarsi la ragione di questo nella permeabilità del terreno la quale permetterebbe un facile trasporto verso il basso dei più minuti organismi? Ammettendo questo, però si dovrebbe riscontrare a cm. 30 un numero di germi maggiore che non a cm. 10 di profondità, ciò che è ben lungi dal verificarsi. Comunque, il fenomeno non è cosí spiccato da indurre ad una minuta analisi delle cause.

C – Potere di ammonizzazione.

L'esame di questa prima attività microbiochimica dei terreni in parola, eseguita, come di consueto, con soluzione di peptone, ha dato i resultati trascritti nella Tabella V, dai quali è facile scorgere

TABELLA V – Potere di ammonizzazione (NH_3 mg/litro) (media di 4 prove)

Campione e stagione			Singole determinazioni	MEDIA singoli camp.	MEDIA coppie camp.	MEDIA stagionale	MEDIA per profondità	MEDIA generale
1	a	Autunno	602	970	968	Autunno 658	cm. 10 889	965
		Inverno	1102					
		Primavera	868					
		Estate	1308					
	b	Autunno	622	966				
		Inverno	1139					
		Primavera	814					
		Estate	1289					
2	a	Autunno	570	1016	1000	Inverno 1160		
		Inverno	1250					
		Primavera	935					
		Estate	1308					
	b	Autunno	625	985				
		Inverno	1207					
		Primavera	832					
		Estate	1277					
3	a	Autunno	732	940	948	Primavera 769		
		Inverno	1284					
		Primavera	377					
		Estate	1368					
	b	Autunno	615	957				
		Inverno	1291					
		Primavera	544					
		Estate	1380					
4	a	Autunno	747	964	954	Estate 1282	cm. 30 961	
		Inverno	1088					
		Primavera	828					
		Estate	1272					
	b	Autunno	742	943				
		Inverno	983					
		Primavera	870					
		Estate	1176					
5	a	Autunno	665	958	957			
		Inverno	1120					
		Primavera	827					
		Estate	1219					
	b	Autunno	662	955				
		Inverno	1139					
		Primavera	800					
		Estate	1220					

TABELLA VI – Potere di nitrificazione (HNO_3 mg/litro) (media di 3 prove).

Campione e stagione			Singole determinazioni	MEDIA singoli camp.	MEDIA coppie camp.	MEDIA stagionale	MEDIA per profondità	MEDIA generale
1	a	Autunno	83	116	163	Autunno 265		
		Inverno	120					
		Primavera	223					
		Estate	40					
	b	Autunno	666	211				
		Inverno	100					
		Primavera	26					
		Estate	53					
2	a	Autunno	538	165	129	Inverno 136	cm. 10 108	
		Inverno	26					
		Primavera	62					
		Estate	33					
	b	Autunno	116	93				
		Inverno	212					
		Primavera	26					
		Estate	18					
3	a	Autunno	317	142	192	Primavera 50		125
		Inverno	192					
		Primavera	20					
		Estate	40					
	b	Autunno	807	242				
		Inverno	80					
		Primavera	40					
		Estate	40					
4	a	Autunno	50	47	75	Estate 49	cm. 30 142	
		Inverno	60					
		Primavera	20					
		Estate	66					
	b	Autunno	20	104				
		Inverno	332					
		Primavera	20					
		Estate	46					
5	a	Autunno	27	68	64			
		Inverno	132					
		Primavera	40					
		Estate	72					
	b	Autunno	28	60				
		Inverno	110					
		Primavera	20					
		Estate	80					

che la variazione più sensibile è quella stagionale la quale presenta un massimo in estate seguito, a breve distanza, dal secondo massimo che si verifica in inverno, mentre i minimi si riscontrano in primavera e, più marcatamente ancora, in autunno. Questo, in dipendenza delle cause già esposte allorchè si è parlato del numero di germi.

Notevole il fatto, naturale del resto, che in estate è stata sufficiente una piccola somma di precipitazioni a mantenere in piena efficienza la flora putrefacente mentre in autunno la deficienza di umidità ne ha ridotto al minimo la funzionalità.

Null' altro di notevole da osservare se non che in media l' attività degli ammonizzanti è più forte in profondità che in superficie, fatto del resto che non sorprende.

D - Potere di nitrificazione.

L' attività nitrificante dei terreni in esame è riportata nella Tabella IV.

Il suo andamento è talmente irregolare e variabile da terreno a terreno che non è possibile trarne alcuna conclusione sicura nè per quanto riguarda le variazioni stagionali, nè per quanto riguarda la profondità. Da quanto si può constatare sembra che abbiano influito su questa attività microbiochimica altri fattori, difficilmente identificabili, i quali hanno fatto risentire il loro peso più marcatamente che non quelli presi in esame. Comunque non è fuori di luogo pensare che la media più alta ottenuta a cm. 30 di profondità sia dovuta non alla profondità in sè stessa ma alla maggior freschezza dei terreni nella stagione autunnale, primaverile ed estiva e, forse, ad una temperatura meno bassa in quella invernale.

Per quanto riguarda i diversi terreni sembrerebbe che il N° 3 avesse una attività nitrificante ben più marcata degli altri, in relazione, forse, con la sua costituzione fisico-chimica e, sopratutto, con la reazione e con la permeabilità.

E – Potere di denitrificazione.

L' esame di questa dannosa attività microbiochimica del suolo, nei terreni della zona sopra descritta, ha rivelato che i valori minori, cioè minore denitrificazione, si hanno nei terreni contraddistinti dai NN. 4 e 5 mentre negli altri i valori si equivalgono. Il fatto sembra strano in quanto il terreno N° 4, che ha dimostrato attività minore, è un terreno incolto e, pertanto, sodo e difficilmente permeabile all' aria. Il valore minore era invece da attendersi dal terreno N° 3.

La variazione stagionale è stata piuttosto sensibile essendosi ottenuto un valore di 48 ore per l' inverno e la primavera, di 55 per l' estate e di 61 per l' autunno, ciò che dimostrerebbe sopratutto che la temperatura influisce sul processo di denitrificazione sia con il difetto (inverno e primavera) sia con l' eccesso (estate), certamente, però, in concomitanza con altri fattori di diversa origine.

Scarse variazioni si sono avute con la profondità, nella media, ciò che deve forse dipendere, come per altre attività, dal fatto che i terreni NN. 2, 3 e 5 erano stati lavorati a rovesciamento, come preparazione alla semina del Frumento, al principio dell' annata considerata.

F – Potere di azotofissazione.

La determinazione del potere di azotofissazione fu eseguita, come tutte le altre, secondo il metodo dettato da Perotti. Nella Tabella VIII si riportano i risultati ottenuti sia nella determinazione dell' azoto inizialmente introdotto nelle culture, sia di quello trovato, complessivamente, al 40° giorno di coltura, sia, infine, il guadagno in azoto in mg. / litro di coltura.

Dai dati raccolti nella sopracitata Tabella si rileva che si possono avere fra campione e campione differenze abbastanza sensibili nell' attività degli azotofissatori asimbionti, essendosi ottenuto, nella

TABELLA VII – Potere di denitrificazione (ore occorse per la denitrificazione del liquido di Giltay) (media di 3 prove)

Campione e stagione			Singole determinazioni	MEDIA singoli camp.	MEDIA coppie camp.	MEDIA stagionale	MEDIA profondità	MEDIA generale
1	a	Autunno	60	51	51	Autunno 61	cm. 10 53	53
		Inverno	53					
		Primavera	47					
		Estate	46					
	b	Autunno	58	52				
		Inverno	47					
		Primavera	47					
		Estate	55					
2	a	Autunno	60	53	51	Inverno 48		
		Inverno	52					
		Primavera	47					
		Estate	52					
	b	Autunno	63	50				
		Inverno	45					
		Primavera	47					
		Estate	47					
3	a	Autunno	59	50	50	Primavera 48	cm. 30 52	
		Inverno	47					
		Primavera	47					
		Estate	46					
	b	Autunno	62	51				
		Inverno	43					
		Primavera	48					
		Estate	52					
4	a	Autunno	64	59	57	Estate 55		
		Inverno	53					
		Primavera	52					
		Estate	68					
	b	Autunno	63	55				
		Inverno	49					
		Primavera	52					
		Estate	57					
5	a	Autunno	62	55	54			
		Inverno	47					
		Primavera	51					
		Estate	59					
	b	Autunno	61	54				
		Inverno	45					
		Primavera	48					
		Estate	64					

TABELLA VIII – Potere di azotofissazione (azoto mg/litro).

Campione e stagione			Azoto iniz. mg.	Azoto finale mg.	Azoto guadagno mg/litro	Guadagno medio in azoto (mg/litro) singoli camp.	coppie camp.	stagionale	profond.	generale
1	a	Autunno	6,4	27,3	83,6	84,9	89,2			
		Inverno	5,0	28,8	95,2					
		Primavera	10,1	38,7	114,4					
		Estate	6,5	18,1	46,4					
	b	Autunno	6,3	25,4	76,4	93,6				
		Inverno	6,8	24,5	70,8					
		Primavera	7,3	54,4	189,2					
		Estate	5,8	15,3	38,0			Autunno 85,0		
2	a	Autunno	6,4	28,2	87,2	95,5	81,7		cm. 10 88,7	
		Inverno	4,5	25,9	85,6					
		Primavera	14,1	44,9	123,2					
		Estate	4,0	25,5	86,0					
	b	Autunno	6,2	18,2	48,0	68,0				
		Inverno	9,0	13,2	16,8					
		Primavera	5,8	32,5	105,2					
		Estate	7,4	32,8	102,0			Inverno 65,8		
3	a	Autunno	6,4	27,1	87,2	79,0	83,5			86,5
		Inverno	8,3	14,6	25,2					
		Primavera	16,1	48,3	128,8					
		Estate	13,4	32,1	74,8					
	b	Autunno	5,0	29,4	97,6	88,0				
		Inverno	7,0	25,7	74,8					
		Primavera	8,4	37,0	114,4					
		Estate	11,2	27,5	65,2			Primavera 121,3		
4	a	Autunno	4,2	31,1	111,6	84,4	89,0		cm. 30 84,3	
		Inverno	7,4	27,9	82,0					
		Primavera	6,5	29,9	93,6					
		Estate	7,0	19,9	51,6					
	b	Autunno	4,1	25,2	84,4	93,6				
		Inverno	5,8	27,0	84,8					
		Primavera	3,5	29,9	105,6					
		Estate	3,2	28,1	99,6			Estate 74,1		
5	a	Autunno	4,1	32,2	114,4	99,5	89,0			
		Inverno	5,8	18,8	52,0					
		Primavera	9,8	40,3	122,0					
		Estate	6,9	34,7	111,6					
	b	Autunno	4,1	19,4	61,2	78,5				
		Inverno	7,2	24,8	70,4					
		Primavera	7,8	36,9	116,4					
		Estate	8,5	25,0	66,0					

media dei singoli campioni, uno scarto massimo di 1 : 1,5 circa. Questo scarto, invece, si riduce notevolmente da terreno a terreno, abbassandosi fino a meno di 1/10 circa.

Evidentissima, invece, l' influenza stagionale, meglio direbbesi climatica, che può raddoppiare, quasi, l' attività stessa. Nel presente lavoro, per le vicende climatiche già sommariamente descritte ed alle quali si attribuiscono le non lievi anomalie già messe in evidenza, si è avuta un' attività massima in primavera e minima in inverno, con valori intermedi in autunno ed in estate.

La profondità di prelevamento del campione non ha messo in luce, forse per le condizioni anzidette, differenze degne di rilievo.

È da notare, infine, che il terreno N° 3, il quale come si è già notato dovrebbe essere tra i migliori dal punto di vista microbiologico, ha dato anche per la fissazione di azoto un risultato medio che si avvicina a quello minimo il quale si è verificato nel terreno N° 2 mentre gli altri tre hanno mostrato di equivalersi sotto questo punto di vista. Sembrerebbe, quindi, che il suddetto terreno, per cause inerenti alla sua natura, posizione o giacitura, o per cause ambientali o, infine, per cause contingenti dovute alla coltivazione od alla lavorazione, fosse da ritenersi in stato, direbbesi, patologico. L' unica attività che vi si esplica in modo evidente e notevole è quella di nitrificazione mentre risultano scarse tutte le altre, non esclusa l' ammonizzazione, nonostante il numero di germi per grammo di terra sia il massimo riscontrato nei terreni esaminati.

Se si trattasse di un fenomeno a carattere continuativo, forse, l' analisi chimica completa del terreno potrebbe darne ragione con la deficienza di uno degli elementi minerali indispensabili alla vita.

3 – Conclusioni.

Da quanto si è esposto circa le condizioni microbiologiche dei terreni studiati con il presente lavoro emergono le seguenti conclusioni:

I – che la costituzione fisico-chimica dei terreni, anche in una

zona relativamente circoscritta quale quella esaminata, può presentare notevoli variazioni passandosi da un terreno prevalentemente calcareo e quasi privo di materiali argilliformi a terreni acalcarei ed argillosi.

II – che il numero di germi è influenzato da molte cause spesso di natura non ben precisabile e non sempre con la sola costituzione e composizione del terreno. Tali cause sono forse da ricercarsi nella coltura, ragione per la quale, ad esempio, il terreno N° 1, pur scarsamente provvisto di sostanza organica e molto argilloso, ha un notevole numero di germi mentre ne ha molto meno il N° 5, pur essendo più ricco in sostanza organica e meno argilloso.

III – che le attività microbiochimiche variano da terreno a terreno e da stagione a stagione, ma, bene spesso, le variazioni sono momentanee; facendo la media di più determinazioni compiute in epoche diverse sui diversi terreni si giunge a risulati che vieppiù vanno livellandosi.

Ne consegue che, allorchè si compie un unico esame batteriologico di terreni i quali non siano assolutamente nelle stesse condizioni, si può incorrere nel caso che uno di essi, pur trovandosi in condizioni peggiori può, per momentanee condizioni anormali, apparire il migliore.

Ciò integra il concetto di Perotti il quale afferma che "*il terreno agrario è un' entità in continuo stato di evoluzione, quasi direbbesi, un corpo vivente, come viventi ed in evoluzione, sono i numerosissimi elementi morfologici che si annidano nel suo scheletro, legati anche da reciproci, più o meno necessari, rapporti*". Come essere vivente, il terreno stesso può avere, quindi, non solo uno stato patologico ma presentare altresì una certa discontinuità nella intensità delle sue normali funzioni.

Pisa, Facoltà di Agraria della R. Università
Istituto di Patologia Vegetale e Microbiologia Agraria.

(Presentata il 1 Marzo 1939 - XVII

Bibliografia [1]

1 - Bendinelli L. e Alfieri G. — *Contribuzioni alla microbiologia dei terreni sabbiosi (Tomboli) della costa tirrenica.* Boll. R. Ist. Sup. Agr. Pisa, **11**, *227*, 1935.

2 - Luchetti G. — *Ulteriori ricerche sulla microbiologia dei terreni della Val di Cornia.* Ibidem, **10**, *1*, 1934.

3 - „ — *Studio microbiologico di un terreno torboso della bonifica di Vecchiano (Lago di Massaciuccoli) agrariamente sterile.* Ibidem, **10**, *83*, 1934.

4 - „ — *Sur la méthode de détermination du pouvoir nitrifiant du terrain.* Boll. Soc. Int. Micr., Luglio-Agosto 1934.

5 - „ — *Ricerche microbiologiche sui terreni boraciferi di Larderello.* — Proc. Verb. Soc. Tosc. Sc. Nat., **44**, 1937.

6 - Luchetti G. e Brilli P. — *Alcune osservazioni sulle relazioni fra contenuto microbico, attività cellulositica e salsedine in terreni del grossetano.* Boll. Fac. Agr. R. Univ. Pisa, **13**, *69*, 1937.

7 - Luchetti G. e Torraca C. — *Effetti della coltivazione e del sovescio degli erbai intercalari sulla consistenza microbica dei terreni.* Annali Fac. Agr. R. Univ. Pisa, **1**, *289*, 1938.

8 - Malenotti G. — *Analisi batteriologiche di terreni diversamente coltivati.* Boll. R. Ist. Sup. Agr. Pisa, **9**, *459*, 1933.

9 - Perotti R. — *Bacteri oligo e mesonitrofili della Campagna romana.* Rend. R. Acc. Lincei, **14**, *623*, 1905.

10 - „ — *Per l'esame batteriologico-agrario del terreno.* Ibidem, **16**, 67, 1907.

11 - „ — *Studio biologico dell'Agro romano in rapporto al suo bonificamento agrario.* Staz. Sper. Agr. It., **44**, *23*, 1911.

12 - „ — *Il movimento del capitale-azoto nella Campagna romana.* Rend. R. Acc. Lincei, **19**, *671*, 1910.

13 - „ — *Studio biologico dell'Agro romano in rapporto al suo bonificamento agrario.* Roma 1911.

[1] - Si riportano nell'elenco bibliografico tutti i lavori finora comparsi sulla microbiologia dei terreni della zona litoranea tirrenica Tosco-laziale, della quale ci si è occupati.

14 – Perotti R. — *Sopra i metodi di misura delle attività microbiche del terreno agrario.* Rend. R. Acc. Lincei, **20**, *266*, 1911.

15 – „ — *Sopra la microflora della Campagna romana.* Ibidem, **20**, *690*, 1911.

16 – „ — *Sopra la microflora dell'Agro romano in rapporto ai sistemi di bonifica.* Modena, 1913.

17 – „ — *Studi di biologia agraria in rapporto al bonificamento dell'Agro romano.* Rend. R. Acc. Lincei, **11**, *5*, 1916.

18 – „ — *Contribuzioni alla conoscenza dell' arrabbiaticcio o " calda fredda „ dei terreni.* Ibidem, **28**. *288*, 1919.

19 – „ — *Sopra la misura del potere ammonizzante del terreno agrario.* Ibidem, **29**, *1*, 1930.

20 – „ — *La teoria microrganica della concimazione.* I ediz., Roma, 1925.

21 – „ — *Tecnica di Biologia Vegetale applicata all' Agricoltura.* Roma, 1928.

22 – „ — *Lezioni di Patologia vegetale e Microbiologia agraria. Vol. IV, Parte I. Batteriologia del terreno.* Pisa, 1934.

23 – „ — *La teoria microrganica della concimazione.* II ediz. Rocca S. Casciano, 1938.

24 – Perotti R. e Aureli F. — *Sul potere ammonizzante del terreno agrario.* Red. R. Acc. Lincei **22**, *405*, 1924.

25 – Perotti R. e Grandis F. — *Sopra la misura del potere di nitrificazione del terreno agrario.* Ibidem, **33**, *408*, 1924.

26 – Perotti R. e Mastalli F. — *Studi microbiologici sui terreni della bassa Maremma di Val di Cecina.* Boll. R. Ist. Sup. Agrario Pisa, **3**, 1927.

27 – Perotti R. e Verona O. — *Prime Note batteriologiche sui terreni della Maremma.* Ibidem, **2**, 1926.

28 – Perotti R. e Verona O. — *Seconda Nota sulla batteriologia dei terreni della Maremma grossetana.* Ibidem, **4**, 1928.

29 – Perotti R., Verona O., Luchetti G., Rossi F., Torracca M., Mattii R. — *Modificazioni microbiologiche e chimiche nel terreno agrario durante un intiero ciclo quadriennale di colture.* Boll. Fac. Agr. R. Univ. Pisa, **13**, 1937.

30 – Rossi F. e Jmmé G. B. — *Studio batteriologico dei terreni della valle del pecora in Maremma.* Boll. R. Ist. Sup. Agr. Pisa, **12**, 1936.

31 - VERONA O. — *Intorno al processo di ammonizzazione nei terreni a reazione acida.* Ibidem, **3**, 1927.

32 - „ — *Studi microbiologici sui terreni della Campagna pisana.* Ibidem, **4**, 1928.

33 - „ — *Secondo contributo di ricerche sulla microbiologia dei terreni della Campagna pisana.* Ibidem, **4**, 1928.

34 - „ — *Terza Nota sulla batteriologia dei terreni della Maremma grossetana.* Ibidem, **5**, 1929.

35 - „ — *Osservazioni sulla microflora dei terreni salsi.* Ibidem, **9**, 1939.

36 - VERONA O. e BAJ E. — *Batteriologia di alcuni terreni del Massetano,* Ibidem, **7**, 1931.

33 - VERONA O. e DEL TREDICI A. — *Ulteriori contribuzioni alla conoscenza della microbiologia dei terreni della bassa Maremma della Val di Cecina.* Ibidem, **6**, 1930.

38 - VERONA O. e GUASTINI A. — *Influenza dell'erpicatura sul contenuto microbico del terreno e sulle sue attività.* Boll. Facoltà Agr. R. Univ. Pisa, **13**, 1937.

39 - VERONA O. e MALENOTTI G. — *Batteriologia di alcuni terreni della Val di Cornia.* Boll. R. Istit. Sup. Agr. Pisa, **8**, 1932.

40 - VERONA O. e MATTEONI P. — *Alcune variazioni della microflora del terreno in conseguenza di opere di bonifica.* Ibidem, **4**, 1938.

41 - VERONA O. e PACI S. — *Contributi alla conoscenza dei terreni della Maremma di Talamone.* Ibidem, **7**, 1931.

42 - VERONA O. e PETROSELLI C. — *Note batteriologiche su di alcuni terreni delle "Biancane di Volterra„ (Pisa).* Nuovi Annali dell' Agric. **15**, *308*, 1935.